

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ТЕОРИЯ ВОЛН ЭЛИОТА КАК ИНСТРУМЕНТ АНАЛИЗА ФОНДОВОГО РЫНКА

ELLIOTT WAVE MATHEMATICAL THEORY AS STOCK MARKET ANALYSIS TOOL

Н. Л. Брошкова,
ассистент

Представлена волновая модель рыночного ценообразования в виде дифференциального уравнения, вид которого определяется характеристиками рынка. При определенных параметрах решение уравнения согласуется с такими инструментами описания поведения рынка, как волны Эллиота и уровни Фибоначчи.

Presented in the article is a wave model of market pricing expressed in the form of differential equation defined with market characteristics. At certain parameters, there is concordance between solution of the equation and such market behavior description tools as Elliott waves and Fibonacci levels.

En l'article on présente un modèle de l'onde qui représente la formation des prix du marché en forme d'une équation différentielle déterminée par caractéristiques du marché. Sous paramètres exprimés la solution d'équation correspond aux tels instrument de définition du marché que les ondes d'Elliott ou les tonalités de Fibonacci.

Man beschreibt in der Artikel ein Marktpreisbildungsmodell in Forme der differentiellen Gleichung deren Aussicht wird mit Marktcharakteristiken definiert. Unter bestimmte Parameter, die Lösung der Gleichung übereinstimmt mit solche Marktverhaltensdefinierungsinstrumente wie Wellen von Elliott oder Niveaus von Fibonacci.

Ключевые слова: волны Эллиота, уровни Фибоначчи, равновесные системы, трейдер, финансовый рынок, ценообразование.

Key words: Elliott waves, Fibonacci levels, equilibrium systems, trader, financial market, pricing.

Mots clefs: ondes d'Elliott, tonalités de Fibonacci, systèmes d'équilibre, commerçant, marché financier, formation des prix.

Schlüsselwörter: Wellen von Elliott, Niveaus von Fibonacci, Gleichgewichtssysteme, Händler, Finanzmarkt, Preisbildung.

Сегодня самым популярным фондовым рынком является международный валютный рынок Форекс (Forex). Несмотря на то, что рынок Форекс является более чем молодым рынком на фоне остальных институтов финансовых отношений и существует лишь с начала 70-х годов XX-го века, он является наиболее ёмким по объёму и наиболее динамично развивающимся рынком. Каждый день на рынке Форекс совершается сделок на общую сумму в размере около 4 триллионов долларов США, что в 30 раз больше совокупного объёма всех фондовых рынков в США вместе взятых.

На рынке Форекс, как и на других рынках, основу деятельности составляет торговля тем или иным набором товаров. В случае с Форекс, этим набором товаров выступают национальные валюты разных стран.

Базовым принципом того или иного движения валютных курсов является потребность государственных учреждений, а также коммерческих структур по всему миру конвертировать прибыль, полученную за рубежом, в национальную валюту. Однако на их долю приходится около 5% от общего объёма оборота валютного рынка Форекс. Остальные 95% обеспечивает спекулятивный капитал валютных трейдеров, стремящихся извлечь прибыль от движения курсов валют.

Отличительной чертой рынка Форекс является его неизменная стабильность. Не секрет, что главным риском на любом финансовом рынке является возможность его обвала, падение биржевого индекса. Однако в отличие от остальных рынков (фондовых и товарных), благодаря специфике основного и единственного товара – валюты, Форекс гарантировано защищен от этого. Если акции обесценились, то это – крах. Если же обрушился доллар, то это всего лишь означает, что другая валюта стала сильнее, а значит, движение на рынке стало активнее, что, благодаря грамотной торговле, приводит к дополнительным доходам трейдера. Именно в этом заключается уникальная устойчивость рынка и связанного с ним бизнеса: валюта является самым ликвидным и надёжным торговым инструментом из всех существующих.

В настоящее время участники фондового рынка действуют в, основном, интуитивно, используя свои аналитические способности по оценке различной информации и факторов и надеясь на удачу. В то же время, современная наука позволяет создавать достаточно надежные инструменты для успешной работы на рынке. К таким инструментам можно отнести систему анализа и прогноза движения цены, основанную на Волновой теории Р.Н. Эллиота (волны Р.Н. Эллиота).

Р.Н. Элиотом была построена теория, которая не обладает строгим математическим обоснованием, но, тем не менее, имеет хорошее экспериментальное подтверждение. Согласно этой теории, поведение рыночных цен можно четко выделить на графике в виде волн (волна – это ясно различимое ценовое движение от одного локального экстремума до другого). Поэтому рынок может находиться в двух фазах – бычий рынок (растущий тренд) и медвежий рынок (падающий тренд). Элиот экспериментально установил, что все движения цен на рынке разбиваются на пять волн в направлении основного тренда и на три волны в двойственном направлении. При этом волны делятся на импульсные, создающие основной тренд и приводящие рынок в значительное движение, и корректирующие (откаты), характеризующиеся двойственным движением.

В своей теории Р.Н. Элиот использовал числа Фибоначчи, которые, как оказалось, играют существенную роль в описании рыночного цикла. Так, количество волн, образующих тенденцию, совпадает с числами Фибоначчи (5 и 3). Далее, в теории особое внимание уделяется индивидуальным приметам каждой волны. Оказалось, что для них существуют определенные пропорции, которые дают возможность определить начала волн и их длительности. В таблице 1 приведены соответствующие соотношения.

Таблица 1

Волна	Классическое соотношение волн
1-я волна основного тренда	–
2-я волна основного тренда	0.382, 0.5 или 0.618 длины Волны 1
3-я волна основного тренда	1.618, 0.618 или 2.618 длины Волны 1
4-я волна основного тренда	0.382 или 0.5 длины Волны 1
5-я волна основного тренда	0.382, 0.5 или 0.618 длины Волны 1
1-я волна двойственного тренда	1, 0.618 или 0.5 длины Волны 5
2-я волна двойственного тренда	0.382 или 0.5 длины Волны А
3-я волна двойственного тренда	1.618, 0.618 или 0.5 длины Волны А

Используя наблюдение Р.Н. Элиота о том, что соотношение длин волн описывается числами Фибоначчи, нами были выделены уровни коррекции Фибоначчи. Уровнем коррекции называется ценовой уровень, на котором происходит изменение направления ценового движения. При этом, в зависимости от уровня, оно может быть существенным или не особенно существенным. При движении цены именно на уровнях Фибоначчи располагаются так называемые уровни сопротивления или поддержки.

На основе теории динамических равновесных систем удастся построить дифференциальное уравнение, описывающее ценовые колебания, согласующиеся с Волновой теорией Р.Н. Элиота, а при определенных параметрах в его решении появятся уровни коррекции, распределенные в соответствии с уровнями Фибоначчи.

Будем рассматривать равновесную систему, всякая вершина которой характеризуется абсолютной стоимостью, а всякая пара – котировкой. Абсолютные стоимости вершин меняются под воздействием фундаментальных факторов, имеют глобальный характер и характеризуются длительными интервалами (дни – недели – месяцы). Котировки более динамичны, и их колебания на коротких интервалах – в пределах одного или нескольких дней – определяются техническими показателями, к которым мы относим интенсивности потоков спроса/предложения. Потоки спроса/предложения обладают изменяющейся интенсивностью, основные заявки поступают с увеличивающейся интенсивностью, опережая на некоторое время двойственные. В результате такого ускоренного поведения, формируется ценовое приращение, согласующееся с основным трендом. Поэтому поток удовлетворенных основных заявок монотонно растет до определенного момента, что определяется представлениями о справедливой цене. Иными словами, изменение цены способствует (при прочих равных условиях) уменьшению интенсивности основного потока. В итоге основной поток достигает экстремума.

Рост основной интенсивности носит не линейный характер, так как в противном случае система смогла бы удовлетворить основные заявки в момент поступления за счет интенсификации двойственного потока. После достижения максимума основной интенсивностью оба потока слабеют, так как изменение цены способствует падению основной интенсивности. Это происходит до тех пор, пока давление рынка не уравнивает основной поток.

Важно понимать и учитывать причины колебания основной интенсивности.

Во-первых, основные заявки характеризуются большей интенсивностью, что соответствует основной тенденции. Поэтому они не успевают обслужиться в реальном времени, возникают не обслуженные основные заявки. Последнее делает более привлекательным увеличение потока двойственных заявок. Поэтому оба потока заявок растут, хотя инициатива принадлежит основному потоку.

Во-вторых, когда цена достигает определенного технического уровня (справедливая цена), то проявляется процесс коррекции. Последний состоит в том, что игроки, поддерживающие основную тенденцию, становятся менее заинтересованными

в этом, но цена становится привлекательной для игроков, поддерживающих двойственную тенденцию. В итоге двойственный поток увеличивается.

В-третьих, необходимо учитывать инерционные процессы, когда после удовлетворения основных заявок продолжают поступать двойственные. В результате возникает новая основная тенденция, обеспечивающая смену или коррекцию тренда.

Посмотрим, как можно описать способность рыночной системы поддерживать основное движение в точке t , основываясь на том, что известно ее поведение в непосредственно предшествующем интервале Δt . Будем рассматривать поведение системы на достаточно длинном интервале $[a, b]$, и пусть Δt есть некоторый временной интервал, правый конец которого есть t . Допустим, что на интервале Δt ценовая функция $x(t)$ получила приращение Δx . Таким образом, мы имеем функцию $\Delta x(t)$, так как в каждой точке $t \in [a, b]$ это приращение зависит от t . Полагая функцию $\Delta x(t)$ дифференцируемой на $[a, b]$, тогда ее производная $\frac{d\Delta x(t)}{dt}$ есть скорость изменения ценового приращения.

Поведение равновесной системы в окрестности точки t описывается базисными уравнениями. Каждое из них соответствует закону нулевого относительного отклонения в рамках одного простого цикла: сумма относительных ценовых отклонений, взятых с теми знаками, которые соответствуют направлению дуг, равна нулю. (Напомним, что относительное ценовое отклонение имеет вид $\frac{\Delta x}{x}$).

Введем следующее определение.

Назовем ценовым импульсом в момент t величину:

$$\frac{1}{x(t)} \frac{d\Delta x(t)}{dt}.$$

Имеет место такой факт: чем больше абсолютное значение импульса, тем более устойчиво движение, соответствующее знаку производной $\frac{d\Delta x(t)}{dt}$.

Действительно, для линейной модели ценообразования временная производная ценового приращения пропорциональна разности интенсивностей основного и двойственного потоков. Рассмотрим случай, когда основное движение представляется растущим трендом, основной падающий тренд рассматривается аналогично. В этом случае, чем больше разность интенсивностей спроса/предложения, тем больше намерение игроков рынка поддержать основную тенденцию, то есть сохранить растущий тренд. Следовательно, чем больше производная, тем более уверенное основное движение.

Замечание. Понятно, что ценовой импульс не затрагивает причины ценового движения.

Ценовой импульс обладает знаком: импульс положительный, когда ценовое приращение положительное (в этом случае основное ценовое движение – рост), и отрицательный, когда ценовое приращение отрицательное (основное движение – падение цены).

Имеется закон сохранения импульса для цикла, который получается, если продифференцировать по времени базисное уравнение в предположении, что собственно цены (находятся в знаменателе) суть величины, близкие к константам.

Пример. Базисное уравнение $xy = z$ приводит к уравнению сохранения импульса:

$$\frac{1}{x} \frac{d\Delta x}{dt} + \frac{1}{y} \frac{d\Delta y}{dt} - \frac{1}{z} \frac{d\Delta z}{dt} = 0.$$

Закон сохранения импульса для цикла согласуется с физическим законом, что сумма импульсов материальных тел, образующих замкнутую систему, равна нулю. В данном случае каждый простой цикл равновесной системы также можно рассматривать как замкнутую систему. На содержательном уровне это означает, что цикл либо движется с целью скорректировать ценовые отклонения, либо находится в стабильном состоянии.

Таким образом, содержательно импульс характеризует устойчивость движения в основном направлении. Однако такое движение вызывается каким-то параметром, аналогичным силе. Для краткости сохраним термин сила, тогда ценовое движение есть результат воздействия этой силы. Сила рыночного движения определяется некоторыми психическими факторами игроков, которые связаны с таким содержательным термином, как справедливая цена. Мы не можем измерить психический настрой игроков на рынке, но можем оценить изменение во времени числа игроков, поддерживающих основное движение. Здесь также имеет значение разность интенсивностей (как число игроков в единицу времени, участвующих в обеспечении основного движения). Если измерить скорость изменения разности интенсивностей, то ее можно принять в качестве величины, описывающей убежденность игроков в продолжении основного движения, то есть определяющей силу основной тенденции.

Действительно, если производная от разности интенсивностей положительная, то разность интенсивностей потоков спроса/предложения увеличивается. Следовательно, на рынке существует убеждение, что основное движение продолжится, и оно вовлекает больше игроков в основную деятельность в противоположность игрокам, поддерживающим двойственную тенденцию. С другой стороны, если производная от разности интенсивностей отрицательная, то тем самым проявляется тенденция к уменьшению цены. Поэтому можно считать эту производную аналогом силы в физике, которая обеспечивает движение материального тела.

Воспользовавшись аналогией, что в физике сила есть производная от импульса, получим, что вторая производная от ценового приращения (что пропорционально производной разности интенсивностей основного и двойственного потоков) дает нам аналог силы, которая движет рынок в основном направлении. Эту величину назовем силой основной тенденции. Таким образом, сила основной тенденции выражается как:

$$c \frac{d^2 \Delta x}{dt^2},$$

где постоянный коэффициент указывает на линейную зависимость производной разности основной и двойственной интенсивностей. По-другому это можно понимать как производную от некоторого остаточного потока неудовлетворенных основных заявок, то есть тех заявок основного потока, которые остаются не обслуженными после удовлетворения части из них двойственными.

Введенный аналог силы имеет модуль и направление, которое соответствует знаку ценового приращения: если производная разности интенсивностей положительная, то происходит ценовой рост, в противном случае – падение цены.

Однако в каждый момент на рынке действуют две силы, направленные в противоположные стороны. С одной стороны это сила основной тенденции, с другой – тормозящая сила рынка, направленная против основного движения. Последняя определяется основным ценовым приращением, пропорциональна ему и имеет противоположный знак. Допущение о пропорциональности мы делаем исходя из того, что строим качественную модель. Таким образом, тормозящая сила рынка равна $-c \Delta x$, где $c > 0$. Когда основное приращение положительно, то она направлена в сторону его уменьшения, а когда отрицательное – в сторону увеличения.

Отсюда следует, что равнодействующая сила (в простейшем случае) выражается как:

$$c_1 \frac{d^2 \Delta x}{dt^2} - c_2 \Delta x.$$

Более точно она описывается выражением:

$$c_1 \frac{d^2 \Delta x}{dt^2} - c_2 (\Delta x - k(t)),$$

где $k(t)$ – это функция, для которой выполняются следующие условия: функция $k(t) > 0$, если рыночное окружение склонно поддерживать ценовой рост; $k(t) = 0$, если окружение нейтрально; и $k(t) < 0$, если окружение более склонно поддерживать ценовое падение.

Относительно функции $k(t)$ необходимо сделать несколько замечаний.

Во-первых, отметим, что размерность функции $k(t)$ совпадает с размерностью ценового приращения Δx .

Следовательно, ее можно назвать компенсирующим приращением, которое определяется рыночным окружением.

Во-вторых, $k(t)$ может быть как меньше Δx , так и больше. Если выполняется отношение $k(t) < \Delta x$, то тем самым имеет место действительное уменьшение тормозящей силы. Тем не менее, возможны случаи, когда $k(t) > \Delta x$. В этом случае тормозящая сила направлена в сторону основного движения и тем самым способствует ускоренному основному ценовому приращению.

Таким образом, мы установили выражение для равнодействующей силы, которая оказывает воздействие на игроков. Понятно, что для каждого игрока равнодействующая сила различна, но, тем не менее, можно говорить о некотором среднем поведении, среднем игроке, средней равнодействующей и т.п., что возникает в результате допущения о том, что все эти параметры усредняются.

Однако чтобы получить эти средние параметры, необходимо рассмотреть психологию отдельного игрока, который сумел как-то оценить равнодействующую силу рынка. Он оценивает эту силу с целью принять решение о вступлении в рынок. Будем полагать, что вступление всегда происходит в основном направлении, памятуя тезис, что играть против тренда нельзя. Поэтому игрок вступает в игру под действием рынка, но его решение, в свою очередь, сказывается на рынке определенным образом – увеличивается интенсивность основного потока. Таким образом, если знак равнодействующей положительный, то игрок присоединяется к восходящему движению (покупает), так как ожидает, что движение рынка в этом направлении продолжится, и ему удастся заработать (продав подороже). Наоборот, если знак равнодействующей отрицательный, то игрок присоединяется к отрицательному движению (продает), чтобы купить позже и дешевле. В то же время, для получения качественной картины учитывать пороговые значения не обязательно. Так как движение определяется поведением большого числа игроков, то присоединение к основному движению массы игроков вызывает рост соответствующей интенсивности.

Чтобы свести все к единой системе измерений, этот рост интенсивности выражаем через ценовой прирост. В результате скорость приращения интенсивности, которая определяется игроками, присоединившимися к основному движению, выражается как линейная зависимость от второй производной:

$$\frac{d^2 \Delta x}{dt^2}.$$

Итак, рост интенсивности определяется равнодействующей силой, и для качественного исследования достаточно полагать, что он пропорционален равнодействующей силе. Однако рост интенсивности,

обусловленной присоединившимися игроками, пропорционален второй производной ценового приращения. Таким образом, дифференциальное уравнение, описывающее ценовое приращение, выглядит следующим образом:

$$c_1 \frac{d^2 \Delta x}{dt^2} = c_2 \frac{d^2 \Delta x}{dt^2} - c_3 (\Delta x - k(t)).$$

Это уравнение описывает следующий закон: при увеличении модуля ценового отклонения возникает фактор, способствующий его уменьшению и наоборот, при уменьшении этот фактор исчезает. Налицо некоторый колебательный закон. Решение этого уравнения будем таким, если для констант c_1 и c_2 выполняется неравенство $c_1 > c_2$. Покажем, что это действительно так.

Первый коэффициент c_1 определяет увеличение скорости приращения интенсивности основного потока, так как связан с присоединением к рынку игроков, поддерживающих основное направление. При этом учитываются все присоединенные игроки. Второй коэффициент определяет увеличение производной разности интенсивностей потоков – основного и двойственного. Однако в соответствии с предложенной теорией, разность интенсивностей и ее скорость изменения меньше, чем рост основной интенсивности и скорости ее роста соответственно. Поэтому выполняется соотношение $c_1 > c_2$.

После небольших преобразований уравнение принимает вид:

$$\frac{d^2 \Delta x}{dt^2} + c(\Delta x - k(t)) = 0.$$

Прежде чем заняться исследованием его решений, необходимо сказать несколько слов о функции $k(t)$. Мы полагаем, что $k(t)$ представляет собой сумму следующих трех функций.

Во-первых, это обычная синусоида с достаточно длинным периодом, который превышает период колебаний решения дифференциального уравнения в несколько раз. Эта составляющая определяется дневными колебаниями, которые, в свою очередь, определяются фундаментальными факторами, проявляющимися на дневном уровне. Амплитуда этих колебаний больше, чем у решения уравнения, что опять-таки вытекает из тезиса, что фундаментальные факторы порождают более существенные движения на рынке, чем технические.

Во-вторых, это постоянная функция, так как она определяет не сильный тренд в определенном направлении на интервалах средней длины (порядка нескольких дней). Этот тренд, тем не менее, дает проявляться техническим ценовым колебаниям.

В-третьих, это линейная функция, которая определяет ажиотажный спрос или предложение и почти полностью исключает дневные (технические) колебания.

Подводя итог, можно говорить, что $k(t) = c_1 \sin(\omega t + \alpha) + c_2 t + c_3$, и все уравнение приобретает вид

$$\frac{d^2 \Delta x}{dt^2} + c(\Delta x - (c_1 \sin(\omega t + \alpha) + c_2 t + c_3)) = 0.$$

Член $c_2 t$ определяет ажиотажный спрос – режим, при котором данная теория не применима. Поэтому полагаем, что $c_2 = 0$.

Рассмотрим уравнение с константой $c = 3,92$ и $k(t) = 4,534 \cos(t + \pi) + 2$. Его решение дает ценовое приращение. Чтобы получить значение цены, его надо проинтегрировать с верхним пределом t . Оказывается, что в этом случае ценовой график полностью подчиняется закономерностям Эллиота и определяет уровни коррекции Фибоначчи. График демонстрирует наличие всех 5 волн Эллиота основного тренда и 3 волны двойственного. Помимо этого, на том же графике явно видны уровни Фибоначчи.

Таким образом, модели ценообразования, базирующиеся на понятии равновесной системы, находят свое подтверждение, демонстрируя «правильное» поведение, как того требуют Волновая теория Эллиота и уровни коррекции Фибоначчи. Интересно отметить, что полученное дифференциальное уравнение напоминает уравнение колебания физического маятника в изменяющемся гравитационном поле.

Литература

1. Беляев М.К. Международный финансовый центр (на примере лондонского Сити). М., 2010.
2. Брошкова Н.Л., Автоматизация процесса принятия решений по управлению инвестициями: пособие для трейдеров. LAMBERT Academic Publishing, Saarbrücken, Germany, 2011. – 244 с.
3. Макаров О. Биржевые миллионы, кто и как заработал их на российском фондовом рынке. Группа Компаний «АЛОР». М., 2011.
4. <http://www.elliottwave.com>

Брошкова Н. Л. – ассистент Московского автомобильно-дорожного института (ГТУ)

Broshkova N. L. – Assistant Lecturer, Moscow Automobile and Road Institute (State Technical University)

e-mail: nice_berry@mail.ru